SUPPLÉMENT

A LA

NOTICE

SUR LES

TRAVAUX SCIENTIFIQUES

DE

M. ANDRÉ BROCA

PROFESSEUR AGRÉGÉ DE PHYSIQUE A LA FACULTÉ DE MÉDECINE
RÉPÉTITEUR A L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

(Juin 1907-Janvier 1911)

PARIS
G. STEINHEIL, ÉDITEUR
RUE CASIMIR-DELAVIGNE, 2
—
1911

SUPPLÉMENT

A LA

NOTICE SUR LES TRAVAUX SCIENTIFIQUES

DE

M. ANDRÉ BROCA

PROFESSEUR AGRÉGÉ DE PHYSIQUE A LA FACULTÉ DE MÉDECINE
RÉPÉTITEUR A L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

(Juin 1907-Janvier 1911)

TITRES DIVERS

Chargé des conférences de physique médicale à la Faculté de Médecine. . . . . .
2e semestre 1907-1908
1er semestre 1908-1909
2e semestre 1909-1910
2e semestre 1910-1911

Membre du jury du concours d'agrégation de physique des Facultés de médecine en 1907.

Chargé du remplacement de M. Amagat aux examens d'admission de l'École Polytechnique en 1908.

Chargé depuis 1908 des applications de radiothérapie et des leçons sur ce sujet dans la clinique du Pr Gaucher à l'hôpital Saint-Louis.

Classé en deuxième ligne par la section de physique de l'Académie de Médecine en 1907.

Classé en deuxième ligne par la section de physique de l'Académie des Sciences en 1908 et en 1910.

INTRODUCTION

Depuis 1906, mon activité scientifique a continué à s'exercer comme par le passé dans le domaine de la physique pure, et dans celui de ses applications physiologiques et cliniques. Comme dans la notice précédente, je commencerai par un résumé général où j'indiquerai succinctement mes travaux et je donnerai ensuite quelques développements sur ceux qui ont trait à la clinique et à la physiologie. J'insisterai, à propos de ceux de physiologie sur le fait qu'ils sont maintenant orientés d'une manière évidente du côté de l'application pratique (Éclairage des ateliers, procédés de reconnaissance des signaux, hygiène de l'œil), c'est-à-dire que j'ai mis en œuvre dans ces quatre dernières années, pour en tirer les résultats utiles qu'ils comportent, les matériaux accumulés dans dix-huit ans d'études antérieures, réalisant ainsi le but que je me suis toujours proposé, celui d'arriver à la pratique par la théorie.

Enfin, je crois bon de faire ressortir que, depuis trois ans, j'ai pris le contact du malade à l'hôpital, en passant trois matinées par semaine dans le service du P[r] Gaucher où de nombreux malades ont subi sous ma direction le traitement par les rayons X, et les courants de haute fréquence, me mettant ainsi à même d'appliquer dans le domaine de la thérapeutique les connaissances théoriques acquises au laboratoire sur ces phénomènes.

PREMIÈRE PARTIE

RÉSUMÉ GÉNÉRAL

A. — RECHERCHES THÉRAPEUTIQUES.

1° ***Courants de haute fréquence et pression artérielle*** (en commun avec MM. Bergonié et Ferrié). — On sait que, depuis quelques années, la darsonvalisation est employée pour le traitement de l'artériosclérose, et que, en particulier, on a annoncé quelquefois l'abaissement instantané de la pression artérielle par un séjour de quelques minutes dans le solénoïde d'autoconduction, abaissement qui se maintenait longtemps ensuite. C'est là un phénomène objectif que beaucoup d'expérimentateurs n'ont pas vérifié. Nous avons cherché, le Pr Bergonié et moi, à le soumettre à une étude systématique, en employant des moyens extrêmement puissants, que nous avons pu mettre en œuvre grâce à la compétence du commandant Ferrié et à la complaisance de M. Gaiffe. Les moyens pécuniaires nous ont été fournis par M. le Pr Debove, alors doyen, par l'Université de Bordeaux et par l'Association française pour l'avancement des sciences. Aussi bien avec la puissance considérable de notre appareil d'alors qu'avec la puissance beaucoup plus faible des appareils ordinaires, nous n'avons jamais observé d'action notable sur la pression artérielle de l'homme sain ni sur celle de l'homme malade. Nous avons opéré sur de nombreux malades mis à notre disposition par le Pr Gilbert, et ayant des pressions artérielles élevées pour des causes très différentes ; dans aucun cas nous n'avons rien observé, en suivant une technique rationnelle, que nous développerons dans la deuxième partie de cette notice.

Nous ne préjugeons rien relativement à ce que donne la darsonvalisation à longue échéance, ni surtout à ce qu'elle donne sous la forme du lit condensateur, nous ne nous occupons que de l'action immédiate sur la pression artérielle. MM. Zimmern et Turchini ont d'ailleurs vu que, avec un manomètre dans la fémorale, on n'observait aucune action du lit condensateur sur la pression artérielle du chien.

2° ***Excitation du nerf par les courants de haute fréquence*** (en commun avec le Pr Bergonié. — On sait que les courants de haute fréquence ont peu d'action sur les muscles et les nerfs. Quand on augmente leur intensité efficace, ils donnent cependant une sensation. On peut même dans certains cas tuer des animaux. Nous avons vu de quoi cela dépend.

Des expériences sur l'excitation faradique avaient montré à l'un de nous que la forme de l'onde élémentaire seule influait pour l'action physiologique, et non la fréquence de sa répétition (notice précédente page 18) ; nous avons alors pensé qu'il devait en être de même pour la haute fréquence, et que tout dépendait de la forme du train d'onde élémentaire. Si celui-ci est très puissant, il excitera, et cependant l'intensité efficace pourra être faible, si le nombre des trains d'ondes par seconde est faible. Nous avons vu avec un meuble de Gaiffe, qu'il en était ainsi. On peut produire avec ce meuble des courants de même intensité efficace, dont le nombre de trains d'ondes varie de 10 à 1 000 par seconde, il suffit pour cela d'écarter plus ou moins les pointes de l'éclateur. Dans ces conditions, avec 1 000 trains d'ondes par seconde et 300 milliampères efficaces, on ne sent rien ; avec la même intensité efficace et 10 trains d'ondes par seconde, on a, au contraire, une sensation assez forte.

3° ***Guérison du mal perforant plantaire par les étincelles de haute fréquence*** (en commun avec le Pr Gaucher et le Dr Laffont). — Plusieurs maux perforants plantaires datant de nombreuses années (de cinq à dix) ont été cicatrisés en quelques semaines, par l'adjonction au traitement spécifique de l'étincelage puissant, le traitement spécifique seul étant inefficace.

La méthode employée a toujours comporté deux phases : 1° Destruction des couches cornées, d'abord en les brûlant avec l'étincelle, puis en en faisant l'ablation au bistouri, ce qui ne présente aucune difficulté une fois que l'étincelle les a brûlées.

2° Cautérisation énergique au moyen de l'étincelle de l'ulcération ainsi mise à nu. Cette cautérisation, suivie de réaction vive et même de phlyctènes, amène en peu de semaines la guérison complète, sans cicatrice apparente parfois.

J'ai revu il y a peu de temps un de ces malades, peintre en bâtiments, dont la guérison s'est maintenue complètement depuis plus d'un an.

4° ***Application des rayons X.*** — Je ne peux ici donner tous les résultats que j'ai obtenus depuis trois ans au moyen des rayons X, dans le traitement des maladies cutanées, et principalement des lupus tuberculeux et érythémateux, de la tuberculose verruqueuse de la peau, de l'acné chéloïdienne, et des divers papillomes et épithéliomes cutanés. Je veux seulement appeler l'attention sur ce fait que j'emploie systématiquement les hautes doses, pro-

duisant des réactions parfois assez vives des téguments, mais suivis toujours d'une amélioration notable. La guérison s'obtient en un nombre de séances toujours assez limité, dans les cas où elle est possible. Il est évident que j'excepte de là les épithéliomes en voie de généralisation, pour lesquels il faut s'abstenir de ce traitement-là, comme de tous les autres. Il y a de même certains lupus érythémateux qui récidivent rapidement malgré le traitement; ils sont heureusement en petit nombre.

La technique employée est constante. Une peinture au minium opaque aux rayons X est appliquée sur la peau saine, limitant exactement les lésions. Une limitation moins exacte comme forme, mais plus efficace est ensuite obtenue avec des bandes de Vigo, collées sur la peau. De la sorte les rayons X ne touchent absolument que la lésion, ou du moins ceux qui touchent la peau saine sont puissamment filtrés.

a) *Lupus :* La dose d'essai est de 8 H quand la lésion est étendue, elle est répétée la réaction une fois terminée, au bout de cinq ou six semaines. La cicatrisation est obtenue au bout de deux ou trois applications, il faut seulement après cela surveiller les récidives qui se produisent quelquefois sur la région traitée mais en général autour. Il m'est arrivé d'aller jusqu'à 12 H, et d'avoir alors en 2 applications une guérison maintenue depuis longtemps, mais cela donne aux malades une réaction longue et douloureuse, à laquelle ils se refusent en général.

Les radiodermites ainsi obtenues sont traitées par l'absence de pansements et les pulvérisations ou lavages très fréquents au sérum artificiel.

Dans le cas de lupus de très petite étendue (un centimètre carré), il m'est arrivé de donner sur la lésion soigneusement limitée une dose de 20 H, avec le meilleur succès et sans réaction violente.

b) *Tuberculose verruqueuse :* même technique avec des doses allant à 12 H sur les parties les plus épaisses.

c) *Acné chéloïdienne :* même technique, avec des doses de 8 H, et trois séances en général, à quatre ou cinq semaines d'intervalle.

c) *Papillome et épithéliome :* dans ce cas, la dose est toujours beaucoup plus élevée. La limitation étant parfaitement faite, la dose ne descend jamais audessous de 18 H, et monte souvent à 30 H. Cela dépend de l'épaisseur et de l'étendue des lésions. Dans ces conditions et dans les cas curables la guérison est obtenue en une ou deux applications et généralement sans aucune réaction grave, lorsque la dose a été convenablement choisie. Les résultats seront indiqués plus en détail dans la 2e partie.

B. — RECHERCHES PHYSIOLOGIQUES. APPLICATIONS A L'HYGIÈNE.

1° ***Visibilité des feux réglementaires de la marine.*** — J'ai commencé

par étudier, en commun avec M. Polack, la visibilité des feux réglementaires de la marine et la manière de les reconnaître ; nous sommes arrivés à certaines règles qui permettent d'affirmer la couleur quand la vision immédiate ne la donne pas, la sensation étant réduite à la phase initiale grise incolore. Nous avons observé les faits suivants :

Un signal rouge à la limite de visibilité est mieux vu par la région centrale de la rétine que par la périphérique. On le retrouve difficilement quand on l'a perdu.

Un signal bleu vert est beaucoup mieux vu en vision indirecte qu'en vision directe.

Un signal incolore à la limite de visibilité est vu incolore en vision périphérique et vire nettement au rouge quand on le fixe.

Les pêcheurs, qui n'ont pas de lunette, pourront reconnaître les signaux de très loin par ce procédé en appliquant la règle suivante :

Lorsqu'un signal semble incolore en vision indirecte et disparaît quand on le fixe, il est bleu.

Lorsqu'un signal semble incolore en vision périphérique et rouge en vision centrale, il est incolore.

Quand un signal se voit bien quand on le fixe et disparaît quand on détourne l'œil, il est rouge.

Quand, au lieu d'être dans l'obscurité absolue, l'œil reçoit un peu de lumière ambiante, comme sur le pont d'un bateau la nuit, il voit mieux en vision centrale les signaux éloignés à la limite de visibilité. Ceci est contraire aux idées reçues relatives à l'adaptation, j'insiste sur ce fait, car l'expérience est formelle.

2° ***Topographie de la sensibilité rétinienne et neutralisation.*** — J'ai étudié, en commun avec M. Polack, la vision périphérique de plages colorées de dimensions et d'éclat notables, comparativement avec la vision centrale, et nous avons vu un certain nombre de résultats nouveaux. Tout d'abord nous avons trouvé que l'ondulation de fatigue est la même en vision périphérique et en vision centrale, c'est-à-dire que, l'égalité des deux plages étant établie, elle est indépendante du temps que dure l'éclat lumineux, à condition toutefois que ce temps ne dépasse pas quelques secondes. Nous avons appelé coefficient de sensibilité périphérique le rapport de la sensation périphérique à la sensation centrale et nous avons eu pour ce coefficient des nombres très voisins de l'unité sauf pour le bleu dans toutes les régions et pour le vert dans la région supérieure, pour lesquels le coefficient varie de 2 à 6. Pour le rouge dans la région externe, il est un peu inférieur à 1. La sensibilité varie d'ailleurs linéairement du centre à la périphérie de la macula et reste constante dans le reste de la rétine.

Nous avons dans cette étude observé de nouveau le phénomène de Traxler et Holth, c'est-à-dire la disparition d'un objet, même de grand éclat et de grande dimension en vision indirecte, quand la fixation centrale est maintenue parfaite. Ce phénomène se produit toujours pour les plages périphériques pendant l'exacte fixation centrale. La disparition se fait subitement par l'exclusion de la sensation sur une zone assez étendue autour de la tache. Nous avons rapproché ce phénomène de celui de la neutralisation des images indirectes d'un œil, ou des images même centrales des strabiques : ce sont en effet des sensations que nous ne pouvons interpréter commodément, puisque nous empêchons le mouvement explorateur de fixation de l'œil sollicité par cette sensation périphérique ; ce sont des conditions analogues à celles qui provoquent la neutralisation habituelle.

Cette neutralisation se fait au bout d'un temps de fixation variable de 5 à 10 secondes.

3° ***Étude des principales sources de lumière industrielle.*** — J'ai été chargé par la Société des Électriciens d'étudier en commun avec Laporte les sources de lumière industrielle au point de vue de la vision. Le travail a été exécuté au Laboratoire central d'électricité.

Nous avons vu en somme que toutes les sources de lumière industrielle, y compris l'arc au mercure, se valent à tous les points de vue, sauf à celui de la fatigue due aux sources à feu nu visible en vision indirecte.

Tout d'abord, l'œil acquiert la même acuité visuelle pour un éclairement d'un même nombre de lux dû à toutes les sources usuelles.

Nous avons ensuite étudié la vitesse de lecture, et nous avons pu mettre en évidence deux lois utiles.

1° La vitesse de lecture est la même quand la distance actuelle est égale à une fraction donnée de la distance limite de distinction des caractères dans les conditions actuelles de l'éclairage, quelle que soit la distance limite et quelle que soit la lumière.

Par exemple on lira avec la même vitesse à 60 centimètres un texte dont la limite extrême de lecture est à 1 mètre, et à 30 centimètres un texte dont la limite est à 50 centimètres.

2° La vitesse de lecture croît très vite quand la distance actuelle varie entre la distance limite et le quart de celle-ci ; l'accroissement ultérieur est plus faible. Donc, en pratique, pour travailler sans fatigue, il faut pouvoir distinguer son ouvrage à $1^m,40$. Pour la lecture, il faut que les caractères soient du 11, et l'éclairage de 40 lux environ.

Si on évite complètement les sources de lumière à feu nu dans le champ de vision indirecte, on peut éclairer un peu moins, car dans ce cas la pupille se dilate notablement.

La lumière d'une source à feu nu dans le champ de vision indirecte donne une contraction pupillaire qui peut être considérable, et qui dépend de l'éclat de la source infiniment plus que de sa surface. Chaque point de la rétine se défend pour son propre compte, la constriction pupillaire diminuant la quantité de lumière qui lui arrive ; mais cette constriction pupillaire diminue dans la même proportion la lumière utile en vision centrale. Pour l'arc à feu nu, la lumière utilisée n'est que 1/4 de ce qu'elle est sans source aveuglante.

L'étude de la fatigue rétinienne par la durée des images accidentelles a donné des résultats analogues à celle de la constriction pupillaire, nous les indiquerons dans la 2e partie.

La présence d'une source à feu nu dans le champ de la vision fausse donc complètement les résultats de la photométrie, qui dans cela sont identiques avec toutes les sources actuelles.

4° ***Rapport sur l'éclairage des ateliers.*** — Ces recherches personnelles ont fait la base d'un rapport au Congrès des maladies professionnelles de Bruxelles en 1910. J'y ai adjoint les résultats que m'a donnés autrefois l'étude de l'influence de l'adaptation sur l'acuité visuelle, et j'ai pu en déduire des règles pratiques qui devraient devenir légales sur l'éclairage des ateliers. Pour les ouvrages fins deux cas sont à distinguer, ou bien l'ouvrage est clair, et il faut un éclairement d'environ 40 lux, ou bien il est sombre, et alors il faut un éclairage ambiant d'une dizaine de lux, et une lampe à concentrateur par ouvrier.

C. — RECHERCHE DE PHYSIQUE PURE

1° ***Sur le fonctionnement de certains tubes de Crookes*** (en commun avec M. Turchini). — Certains tubes présentent, soit peu de temps après leur construction soit après un certain usage, la propriété de donner un régime de décharge absolument variable. On les rend utilisables pendant fort longtemps encore en approchant d'abord une masse métallique en communication avec l'anode de certains points du tube puis en réunissant complètement l'anode à l'osmorégulateur. On peut même, dans ce cas, régler parfois l'étincelle équivalente indépendamment du débit en interposant une étincelle réglable entre l'osmorégulateur et la cathode.

Depuis cette publication, ce procédé est universellement employé pour prolonger la vie des tubes de Crookes, ce qui est cause d'une économie considérable. On peut ainsi quelquefois doubler la durée d'un tube.

2° ***Sur la période d'oscillation du tube de Crookes*** (en commun avec

M. Delon). — Dans la précédente notice, on trouvera déjà deux publications sur ce sujet que j'ai faites, l'une seul, et l'autre en collaboration avec M. Turchini. J'ai pu, en travaillant avec M. Delon au moyen du contact tournant de ce dernier, et de l'oscillographe de M. Blondel, obtenir des oscillographies de la décharge dans le tube. Ce sont des séries de pulsations se succédant avec la fréquence que j'avais déjà mesurée par deux méthodes différentes, aux environs de 1 500 par seconde. Ceci se produit même avec l'appareil de M. Delon où, à chaque contact, un condensateur puissant se décharge dans le tube avec une self convenable. Dans ce cas, chaque décharge comprend un véritable train d'ondes, le tube imposant au système une série de décharges de $\frac{1}{1500}$ de seconde, alors que celui-ci, sans le tube, donne une oscillation unique et beaucoup plus longue. Dans notre appareil il y avait huit pulsations nettes à chaque décharge.

3° ***Ampèremètre correct à sensibilité variable pour les courants de haute fréquence et de grande intensité.*** — La mesure des courants de haute fréquence de grande intensité est fort difficile, car on ne peut employer de gros conducteurs dans lesquels le courant se masse à la surface presque complètement ; on ne peut également pas employer le procédé des shunts qui est complètement faussé par la self-induction des circuits, dont l'effet est variable avec la fréquence même du courant. J'ai tourné la difficulté en employant une série de fils identiques tendus en cage d'écureuil suivant les arêtes d'un prisme régulier. Le courant est amené par les centres des joues de la cage, et, par raison de symétrie, se répartit uniformément entre les fils. On mesure la dilatation de l'un deux.

Cet appareil a rendu pratique la mesure des courants intenses appliqués maintenant aussi bien en médecine que dans la télégraphie sans fil.

4° ***Rôle possible des lignes de haute tension avec retour par la terre dans la production des orages.*** — Quand un conducteur isolé et à haute tension se trouve seul à grande distance du sol, il produit une puissante ionisation par les chocs, et ces ions en grand nombre sont dispersés par les courants d'air. Les ions ainsi produits sont des centres de condensation de l'eau en gouttelettes, celles-ci sont attirées par la ligne de haute tension.

A ce moment se produit peut-être un phénomène de volatilisation électrique analogue à celui que les métaux subissent et qui, comme je l'ai montré, se produit même à la pression atmosphérique (Notice précédente, p. 25). Si ce phénomène est une vraie évaporation, et non une simple projection de gouttelettes, on peut concevoir la formation de glace, comme dans les machines à frapper les carafes. Ce phénomène produirait alors la formation de grêlons.

Les expériences à instituer sur ce sujet ne peuvent être réalisées que par les moyens puissants des industriels, elles seraient à entreprendre en ce moment où on envisage la possibilité de transports par courant continu à 120 000 volts.

Ces nouvelles installations ne seraient d'ailleurs peut-être pas complètement justifiées, car la perte par effluve doit compter. Elle est déjà à 60 000 volts de 1 kilowatt par kilomètre, il est possible qu'à 120 000 volts elle soit plus nuisible que la perte en chaleur de Joule à plus basse tension.

5° ***Viscosité électrique.*** — J'ai montré (juin 1906) le rôle joué dans la propagation des ondes électriques à travers les métaux par la constante que j'ai découverte il y a quelques années, le pouvoir inducteur spécifique de ces corps. Si on appelle K cette constante, c la conductibilité et τ la période, j'ai montré que $\frac{K}{2c\tau}$ varie autour de 1,55 pour les grandes fréquences, et même pour les ondes calorifiques. Le calcul montre que cette constante introduit une différence de phase entre le courant et la force électromotrice, qui règle l'énergie consommée par le métal. L'ensemble des phénomènes est analogue à la viscosité.

6° ***Vitesse de la lumière.*** — J'ai également expérimenté d'une manière continue depuis trois ans pour voir quelle approximation il était possible d'atteindre dans la mesure de la vitesse de la lumière. L'étude approfondie montre que la méthode du miroir tournant de Foucault, modifiée convenablement, permettrait d'obtenir la précision de $\frac{1}{100\,000}$; mais pour cela il faudrait avoir la base sur laquelle se propage la lumière avec une précision dix fois plus grande, et il faut également savoir si, avec l'éclair lumineux durant un millionième de seconde qu'on devrait employer, l'air a bien le temps de prendre ses propriétés définitives relatives à l'indice de réfraction. Stokes en effet explique la non-réfraction des rayons X par le fait que des ondes assez vite amorties se propagent dans tous les corps avec la même vitesse, car les molécules matérielles n'ont pas le temps de se synchroniser. La théorie de la dispersion d'Helmholtz appliquée en supposant l'existence de deux grandes bandes d'absorption indique que, avec un éclair de $\frac{1}{80\,000\,000}$ de seconde la plus grosse partie de l'onde se propagerait ainsi. J'ai alors construit un appareil me permettant de réaliser chaque seconde environ 2 millions d'éclairs lumineux durant chacun un trente-cinq millionième de seconde. Dans ces conditions avec un réseau de Rowland,

avec un grand spectroscope que m'a prêté le Pr Gautier avec un spectroscope interférentiel de M. Hamy, que son inventeur m'a prêté fort aimablement, je n'ai pu apercevoir aucune modification, si petite fût-elle, de l'indice de réfraction. Donc la théorie d'Helmholtz a besoin d'un complément, et la mesure très précise de la vitesse de la lumière est possible.

Pour connaître exactement la base, la difficulté est grande, car cette base doit être inaccessible pour éviter les perturbations atmosphériques, on ne peut donc l'avoir que par triangulation. Les méthodes géodésiques de mesure d'angles ne permettent pas de dépasser $\frac{1}{100\,000}$. J'ai repris leur étude au Service géographique de l'armée, et j'ai pu mettre sur pied une méthode nouvelle dérivée de celle de Borda, laquelle avait été abandonnée à cause d'erreurs graves qu'on n'avait pu éliminer, et qui me permet, par une seule mesure, d'atteindre une erreur à craindre maxima de $\frac{1}{600\,000}$, ce qui donne l'erreur probable de $\frac{1}{2\,400\,000}$.

Ces travaux relatifs à la vitesse de la lumière sont en cours de publication.

DEUXIÈME PARTIE

RECHERCHES THÉRAPEUTIQUES

1° CONSERVATION DE LA PRESSION ARTÉRIELLE DE L'HOMME APRÈS APPLICATION DES COURANTS DE HAUTE FRÉQUENCE SOUS FORME D'AUTOCONDUCTION (en commun avec MM. Bergonié et Ferrié).

Certains observateurs ont publié que l'autoconduction par les courants de haute fréquence produit un abaissement de la pression artérielle chez les hypertendus. Leur appareil comprend un solénoïde d'une dizaine de spires de 90 centimètres de diamètre, parcouru par un courant de 2 ampères efficaces environ et de 400 000 à 500 000 périodes par seconde.

Tous les observateurs n'étant pas d'accord sur ce sujet, nous avons cru utile de reprendre la question en employant un appareil infiniment plus puissant, construit pour l'usage de la télégraphie sans fil. Il comprend une capacité pouvant aller jusqu'à 0,4 microfarad et un transformateur pour courant alternatif à 42 périodes pouvant utiliser, sur cette capacité, 10 kilowatts, c'est-à-dire 13,5 chevaux-vapeur. Avec une telle capacité, le circuit obtenu en lui accouplant directement le solénoïde possède une période de $\frac{1}{30\,000}$ de seconde, d'après le calcul. Nous avons pu vérifier ce chiffre par l'expérience directe.

Pour réaliser les fréquences habituelles avec une énergie plus grande, nous avons alors excité par résonance un circuit comprenant le solénoïde d'autoconduction et une capacité convenable, au moyen d'un autre circuit accordé, comprenant la grosse capacité et une petite self. Nous avons ainsi réalisé dans le solénoïde des fréquences comprises entre 400 000 et 410 000, avec des intensités efficaces variant suivant les expériences, entre 15 et 20 ampères, soit 7 à 10 fois plus que ce qu'on a utilisé jusqu'ici.

Nous verrons tout à l'heure quelques points intéressants de ce dispositif instrumental, occupons-nous maintenant de la méthode thérapeutique suivie.

Les malades, que le Pr Gilbert a bien voulu mettre à notre disposition,

avaient été étudiés, au point de vue de la pression artérielle, pendant un mois avant le commencement du traitement et d'une manière quotidienne huit jours avant. Nous avions vu que, chez certains d'entre eux, la pression montait pour le moindre mouvement, par exemple pour le fait de se transporter d'un siège à un autre, et que cela durait plusieurs minutes. Nous avons alors constitué notre solénoïde autour d'un lit à roulettes sur lequel le malade était couché dix minutes avant qu'on prît sa pression artérielle. Les opérateurs le roulaient alors dans le solénoïde sans que lui-même fît le moindre mouvement.

Nous avons employé divers appareils de mesure de la pression artérielle, entre autres ceux de Potain, de Riva-Rocci et de M. Vaquez ; celui de M. Pachon n'existait pas encore à ce moment.

Des précautions étaient prises pour écarter toute erreur venant de la suggestion de l'observateur, et pour cela les lectures du manomètre étaient faites, dans le Potain, par un observateur autre que celui qui tâtait le pouls, et notées en silence sans que ce dernier les connût. Les mesures étaient d'ailleurs toujours prises en même temps au Potain et au Vaquez. Les deux instruments ne donnaient jamais la même valeur absolue de la pression, aussi ne nous occupions-nous que des variations simultanées des deux appareils.

Sur les dix sujets observés, cinq étaient des artérioscléreux hypertendus, dont un diabétique, deux des hypertendus sans symptômes d'artériosclérose, un avait la pression normale, deux étaient des hypotendus. Nous les avons soumis à des applications quotidiennes de 10 minutes, toujours à la même heure. La pression était mesurée, avec les précautions indiquées avant et après l'application ; 45 applications ayant été ainsi faites, 6 ont montré une contradiction entre le Potain et le Vaquez ; nous les écartons, et il nous reste trente-neuf mesures concordantes qui se répartissent ainsi :

3 indécises (variations à la limite des erreurs d'expérience).
4 donnant un abaissement de pression.
10 donnant une élévation de pression.
21 ne donnant aucune variation de pression.

Dans ces conditions nous concluons qu'il n'y a aucune action des courants de haute fréquence sous forme d'autoconduction sur la pression artérielle.

Depuis la publication de ce travail, de nombreuses notes ont été publiées par les protagonistes de la méthode, tendant à maintenir leurs conclusions, mais leurs résultats de plus en plus surprenants (augmentation *locale* de la pression, diminution ou augmentation au choix de l'opérateur) n'ont en rien modifié notre manière de voir.

Disons maintenant un mot du dispositif électrique employé.

Comme nous l'avons dit ci-dessus, nous opérions par résonance. Le premier circuit comprenait, dans une première série d'expériences, une capacité de 0,23

microfarad se déchargeant à travers un éclateur au moyen d'un conducteur formé d'un tube de cuivre de 5 centimètres de diamètre et de 1 mètre de long environ. La faible self-induction ainsi réalisée donne à ce circuit une période d'environ $\frac{1}{400\,000}$ de seconde, malgré la grande capacité permettant d'utiliser pratiquement cinq kilowatts, c'est-à-dire 7 chevaux, ce qui correspond à une intensité au primaire d'environ 50 ampères, Dans des expériences à la fréquence de 200 000, nous avons utilisé toute notre capacité, de 0,4 microfarad, en débitant 110 ampères au primaire, correspondant à peu près à 10 kilowatts. Notre circuit dérivé que nous avons déjà décrit était en dérivation seulement sur 50 centimètres du gros tube. Cela suffisait pour y induire les courants considérables dont nous avons parlé.

Dans un dispositif en résonance comme celui-là, le calcul et l'expérience montrent qu'il y a deux ondes de périodes différentes. Nous avons pu les déceler avec l'ondamètre de M. Ferrié, et voir que dans nos conditions ces ondes étaient l'une de 385 000, l'autre de 405 000 à la seconde. Ces nombres extrêmement voisins prouvent qu'elles doivent agir sur l'organisme identiquement comme une seule onde.

A ces mesures nous en avons joint d'autres : 1° L'intensité efficace dans le solénoïde, obtenue au moyen de l'ampèremètre thermique décrit ci-dessus. 2° La différence de potentiel maxima aux bornes du solénoïde d'autoconduction ; elle correspondait à 15 à 18 centimètres d'étincelle, ou à peu 150 000 volts. 3° L'amortissement de nos trains d'onde ; cette mesure a été effectuée sur le premier circuit découplé, car la méthode de Bjerkness, la seule possible, est complètement troublée par la présence des deux ondes indiquées, et la théorie nous apprend que les amortissements des deux ondes d'accouplement sont à peu près identiques à celui du circuit primaire seul. Ceci nous a montré que deux maxima successifs de la courbe du courant différaient de 6 millièmes seulement. 4° Le nombre des trains d'ondes qui a varié de 10 à 15 par seconde.

De ces données nous pouvons conclure que l'intensité maxima de chaque train d'onde était de 500 ampères environ à 400 000, et de 700 à 800 ampères à la fréquence 200 000.

Indications bibliographiques.

Conservation de la pression artérielle de l'homme après l'application des courants de haute fréquence sous forme d'autoconduction (en commun avec MM. Bergonié et G. Ferrié).

Comptes rendus de l'Académie des sciences, 10 septembre 1907.

Congrès de physicothérapie de Rome, en octobre 1907.

Archives d'électricité médicale, janvier 1910.

2° EXCITATION DU NERF PAR LES COURANTS DE HAUTE FRÉQUENCE.

Je ne donne pas ici de détails nouveaux sur cette question déjà suffisamment traitée dans la première partie.

INDICATIONA BIBLIOGRAPHIQUES.

Association française pour l'avancement des sciences, congrès de Lille, 1909 (en commun avec le Pr BERGONIÉ).

Archives d'électricité médicale, août 1909.

3° TRAITEMENT DU MAL PERFORANT PLANTAIRE PAR LES ÉTINCELLES DE HAUTE FRÉQUENCE (en commun avec le Pr GAUCHER et le Dr LAFFONT).

Nous en avons publié deux observations en faisant toutes réserves au sujet des récidives. J'ai dit plus haut que sur un des malades revu depuis peu la guérison était parfaitement maintenue depuis un an.

OBSERVATION I. — Notre premier malade, M. S. R..., âgé de 38 ans, syphilitique depuis 15 ans, était atteint, depuis 5 ans environ, d'un double mal perforant de la plante du pied droit et de la face plantaire du gros orteil correspondant.

Le malade, traité régulièrement au début de sa syphilis par des pilules de Dupuytren et de l'iodure, pendant à peu près deux ans, commença néanmoins à présenter les premiers symptômes de tabes (sensation de dérobement et de faiblesse des membres inférieurs, disparition à peu près complète du réflexe rotulien), il y a environ 6 ans. A cette époque, on lui a fait une dizaine de piqûres de cyanure de Hg. Le mal perforant de la plante est apparu le premier, il y a 5 ans ; celui de l'orteil il y a un an et demi seulement. Le malade, traité à nouveau, dès l'apparition du premier mal perforant, par des pilules et de l'iodure, a continué depuis à prendre de l'iodure de temps à autre. Enfin, en décembre dernier, il a eu 4 piqûres d'huile grise.

Il est envoyé le 15 octobre dernier dans le service de M. le Pr Gaucher : on essaye sur lui un traitement par les hautes fréquences. Du 15 octobre au milieu de novembre, il reçoit trois fois par semaine de longues séances de fortes étincelles, qui, au début, sont bien supportées, et amènent, après production de phlyctènes, l'élimination des parties cornées superficielles. Au milieu de novembre, la sensibilité est revenue assez pour que le malade ne puisse supporter les fortes étincelles. Le traitement est continué doucement.

10 *décembre* 1909. — Une séance d'étincelles énergiques a provoqué une phlyctène immédiate, et a permis d'enlever toutes les parties cornées, sur les deux maux perforants.

5 *janvier* 1910. — Ulcération suintante du mal perforant du gros orteil. On la traite avec de petites étincelles, et on fait des pansements au sérum artificiel.

14 *janvier*. — Amélioration très notable des ulcérations ; on répète le même traitement sur les deux lésions.

30 *janvier*. — Les lésions et tous les tissus environnants sont couverts d'une énorme masse de tissu corné qui s'enlève aisément. En dessous, la peau est saine, la sensibilité est revenue. Il reste au centre de chaque lésion un petit point noir cicatrisé, qui est grillé avec une petite pointe métallique excitée par le résonateur et appliquée au contact.

4 *février*. — Les deux points non encore cicatrisés sont couverts d'une escarre ; on continue l'étincelage énergiquement.

9 *février*. — Une grosse phlyctène sous l'orteil est percée.

20 *février*. — Cicatrisation complète du mal plantaire, et presque complète de celui de l'orteil.

Observation II. — Mme J..., 34 ans, syphilitique depuis 17 ans, se présente à la policlinique le 5 octobre, avec des syphilides palmaires à droite datant d'un mois, et deux maux perforants plantaires siégeant sous chacun des deux gros orteils, dont le début remonterait à 10 ans et à 7 ans respectivement.

Le traitement mercuriel s'est réduit à 3 mois de pilules au début de sa syphilis et à 7 piqûres de benzoate, il y a 7 ans, au moment de l'apparition du deuxième mal perforant. A cette même époque, la malade a pris de l'iodure pendant 6 mois. Les maux perforants évoluèrent d'une manière continue et avec des exacerbations parfois très douloureuses.

A la date du 5 octobre, on constate chez la malade, en outre de ses maux perforants, d'autres signes de tabes : abolition des réflexes pupillaires et patellaires, mais sans troubles de la station debout et sans incoordination. Le traitement mercuriel est institué : 15 piqûres quotidiennes de 2 centimètres cubes de benzoate, puis, après 15 jours de repos, 10 nouvelles piqûres. Ensuite, elles sont continuées par séries de 10 par mois.

Entre temps, la malade nous est amenée le 20 décembre pour essayer des hautes fréquences, qui avaient déjà donné de bons résultats chez le malade de l'observation I.

20 *décembre* 1909. — Première séance de fortes étincelles après enlèvement au bistouri des parties superficielles des durillons. Les séances sont continuées les 22, 24, 27, 29 et 31 décembre.

5 *janvier* 1910. — Les exfolistions sont brûlées par l'étincelle et enlevées au bistouri, laissant une large ulcération très peu sanguinolente, qui a été étincelée.

14 *janvier*. — L'ulcération est presque cicatrisée; il y a eu 3 effluvations les 7, 10 et 12 janvier. On fait une nouvelle fulguration avec la pointe en contact sur les parties non cicatrisées.

8 *février*. — Les phlyctènes sont percées.

14 *février*. — Les phlyctènes sont complètement desséchées, et les tissus cornés, une fois tombés, laissent à découvert du tissu sain avec cicatrices parfaites.

Tels sont les faits. Nous allons maintenant entrer dans quelques détails au sujet des idées théoriques que ces deux observations sont venues vérifier de point en point.

L'effluvation de haute fréquence et l'étincelage léger donnent quotidiennement des résultats excellents quand on les applique à des plaies torpides de toute nature. Les applications de l'étincelle puissante par de Keating-Heart et bien d'autres à sa suite ont montré que la réparation des tissus détruits par ce moyen se faisait d'une manière surprenante. Il semble donc que la décharge de haute fréquence a une influence considérable sur les phénomènes trophiques. Il était, par conséquent, naturel d'essayer son action dans le cas du mal perforant plantaire.

Comme on a pu le voir dans nos deux observations, le traitement fut conduit en *deux étapes*. Dans la première, nous profitâmes de l'analgésie pour envoyer sur le durillon un flux d'étincelles puissant, destiné à exciter la nutrition des tissus et à réveiller, si possible, la sensibilité. Les étincelles avaient jusqu'à 4 centimètres et 5 centimètres de long; leur débit était assez faible, car elles étaient produites par une petite installation comprenant une bobine de 25 centimètres d'étincelle. Cette première étape dura chez le premier malade 6 semaines environ, à cause des tâtonnements inévitables au début; chez la deuxième malade, elle fut terminée au bout de 15 jours, la sensibilité revenant peu à peu, et se manifestant par de la douleur pendant l'étincelage. Nous avons obtenu à ce moment des phlyctènes qui apparaissaient le lendemain de l'application, soulevant les exfoliations des durillons, et permettant, après perçage, dessiccation et ablation de la paroi externe, d'arriver, autour de l'ulcération perforante elle-même, à de la peau saine.

Dans la deuxième phase, une action caustique fut produite sur les dernières exfoliations, en appliquant une pointe métallique, excitée par le résonateur, en contact avec les tissus, qui sont de cette façon en quelque sorte grillés. Cette partie du traitement fut assez douloureuse, mais les malades, se souvenant de leurs années de souffrances, s'y prêtèrent volontiers, et, à

chaque séance, le durillon fut assez attaqué pour permettre un curetage extrêmement aisé, les tissus grillés se détachant au moindre effort. Dans les quatre cas, nous sommes tombés la première fois sur une cavité profonde, à bords taillés à pic, et allant jusqu'à l'aponévrose. Cette cavité fut traitée par une nouvelle application de la pointe au contact. Il y eut instantanément hémostase, et en quelques jours formation d'une escarre dure qui s'entoura peu à peu d'exfoliations cornées beaucoup moins volumineuses. Le traitement fut continué par séances plus espacées, en attaquant à la pointe métallique les exfoliations, et effluvant avec l'électrode à vide les parties voisines. En enlevant au scalpel les durillons grillés, on arrivait chaque fois sur l'ancien cratère dont une partie était parfaitement cicatrisée, et l'autre non encore guérie. Celle-ci était alors de nouveau grillée à la pointe.

Sur les quatre maux perforants ainsi traités, trois guérirent sans incident. Le quatrième, dont l'ulcération mesurait 2^{cm},5 sur 1 centimètre, et 4 millimètres de profondeur, ne guérit qu'après formation d'une nouvelle phlyctène considérable sur l'escarre primitive. Le malade en souffrit assez notablement pendant 3 jours.

Tels sont les principes essentiels du traitement ; on a vu dans les observations l'allure particulière de chaque malade. Peut-être pourrait-on arriver plus rapidement au résultat en employant un curetage après anesthésie et une vraie fulguration ; mais le premier stade du traitement, c'est-à-dire la série des étincelages modérés poussés jusqu'à ce que la sensibilité revienne, nous semble important. On voit, en effet, dans l'observation I, que toute la plante du pied et la face plantaire des petits orteils, quoique n'ayant été qu'effluvée sans production de phlyctènes, a éliminé une épaisse couche cornée, qui s'est soulevée en se fendillant, et en laissant apparaître une peau rose et saine. Cela indique que les tissus ont pris, sous l'action du traitement, une vitalité nouvelle, qui leur a permis d'éliminer les tissus morts qui les couvraient.

Indication bibliographique.

Société de Dermatologie, mars 1910 (en commun avec le P[r] Gaucher et le D[r] Laffont).

4° ÉTUDES DE RADIOTHÉRAPIE DANS LES MALADIES CUTANÉES.

La valeur de la radiothérapie réside tout entière dans la technique employée. Je vais commencer par indiquer en détail celle dont je ne me départis plus, au moins dans ses grandes lignes. Elle diffère notablement de celle de beaucoup de radiothérapeutes, je m'y tiens cependant devant les résultats qu'elle continue à me donner. Certes, en ce moment, j'observe des résultats assez nouveaux par l'emploi des rayons filtrés, imitant en cela

l'exemple de beaucoup de chercheurs, mais ces résultats ne sont pas encore assez nets pour être publiés; et j'indiquerai ici seulement ce que j'ai publié antérieurement. D'ailleurs ce que j'entrevois pour l'avenir n'infirme en rien ce que je dis aujourd'hui. Le principe que je suis est celui des doses massives.

I. — *Inconvénients des petites doses répétées.*

La radiothérapie se pratique actuellement suivant deux types de méthodes absolument distincts l'un de l'autre. Les uns emploient des doses faibles répétées aussi souvent qu'il le faut pour arriver à un résultat, les autres, et je suis de ceux-là, aiment mieux donner de fortes doses, et arriver au résultat soit en une seule application, soit au moins en un petit nombre d'applications. Comparons les deux manières de faire.

Les partisans de la méthode lente partent du principe *primo non nocere*, et ils arrivent, en fractionnant les doses, à éviter les accidents de radiodermite aiguë grave, dont la guérison est parfois d'une lenteur désespérante; mais cette méthode n'est pas sans inconvénients.

Tout d'abord, on ne sait pas exactement à quel moment s'arrêter, car, par l'action du traitement, il y a toujours, quand il agit efficacement, au moins une rougeur de la peau, et il est en général fort difficile de savoir si cela est dû à la réaction elle-même, ou à une évolution morbide que l'on doit chercher à enrayer par un traitement plus intensif. En se décidant à ce dernier parti quand il n'est pas justifié, on peut produire des accidents graves; en ne le prenant pas quand on le devrait, on peut ou bien manquer une guérison, ou bien même nuire au malade, car il faut alors prolonger le traitement, et certains auteurs admettent l'existence de lupus transformés en épithéliomas par une interminable suite de séances. Dans les cas d'épithéliomas cutanés même, il n'est pas rare de voir, malgré le traitement, la lésion continuer son évolution. Je pense pour ma part que, dans ce cas, non seulement le traitement laisse l'évolution se faire, mais qu'il la favorise souvent.

Certes je ne préconise pas l'emploi des doses massives donnant des réactions intenses pour les cas de maladies relativement bénignes, comme certains acnés par exemple; il y a nombre de ces cas qui ne valent pas une radiodermite, pour lesquels cependant un traitement doux et assez prolongé peut faire grand bien, et amener même la guérison; mais dans les maladies graves, rebelles au traitement, il vaut mieux abandonner la méthode des petites doses répétées, et aborder résolument les doses massives donnant des réactions intenses. Je vais indiquer maintenant la technique suivant laquelle ces applications doivent être faites, et en indiquer les dangers et les avantages.

II. — *Précautions techniques pour la mesure des doses massives.*

Tout d'abord, au point de vue radiotechnique lui-même, il faut être absolument maître de son installation, de manière à ne pas craindre de dépasser la dose cherchée. Il ne faut certes pas s'exagérer l'importance de la précision du dosage; mais il faut avoir un tube bien étalonné en unités H, muni d'un bon milliampèremètre, permettant d'en régler d'une manière constante la puissance et la qualité. Il ne faut d'ailleurs jamais partir avec un tube nouveau sans l'avoir étalonné avec la pastille Sabouraud et Noiré, et il ne faut jamais cependant se fier à l'indication de cette pastille quand le tube met plus de 22 à 24 minutes, en débitant 1,5 milliampère, pour lui donner la teinte B à 7^c,5 de distance. Quand un tube met plus longtemps à effectuer la transformation, il n'y a plus aucune relation entre sa puissance radiothérapique et la réduction de la pastille. Si le tube a pris cet état par un long usage, on peut s'en servir fort bien si on a suivi les réactions cutanées qu'il donne, mais s'il est neuf le mieux est de le rejeter, car on n'a pas de point de départ scientifique pour apprécier les doses utiles.

Tous les résultats qui suivent ont été obtenus avec des tubes Villard portant 2 milliampères en régime permanent, ayant des étincelles équivalentes réglées suivant les cas entre 6 centimètres et 10 centimètres, et amenant la pastille de Sabouraud et Noiré placée à 7^c,5 de l'anticathode en 12 minutes à la teinte B correspondant à 5 H, avec une étincelle moyenne de 7 centimètres.

Toutes ces considérations, qui sont de peu d'importance dans l'emploi des doses faibles et répétées où on suit pendant longtemps l'accumulation de petits effets, prennent une importance prépondérante dans le cas de radiothérapie intensive.

Comme dans ce cas on dépasse toujours de beaucoup la dose de 5 H correspondant à la teinte B, le mieux est de faire de temps en temps un étalonnage du tube, en notant soigneusement l'intensité qui le traverse, et de partir de cette base pour les traitements ultérieurs, en maintenant bien constante l'étincelle équivalente, et en maintenant autant que possible l'intensité constante. On vérifie d'ailleurs aisément qu'entre 1,5 et 2,5 milliampères, les temps qui donnent à la pastille la teinte B sont en raison inverse de l'intensité. On peut donc, en suivant des yeux le milliampèremètre et le compte-secondes apprécier aisément à un dixième près la dose donnée, et cela est plus que suffisant dans la pratique.

Quand on donne de hautes doses, il faut aussi économiser le temps de l'application et pour cela placer le malade à la distance la plus faible possible de l'anticathode. On ne peut guère descendre au-dessous de 9 centimètres, et on peut employer cette distance tant que la lésion n'a pas plus de 6 centimètres de diamètre environ sans faire varier la dose de plus de 0,1 suivant

4

les points. Au delà de ce diamètre, il faut employer des distances un peu plus grandes pour savoir sur quoi compter. C'est ainsi que la distance de 12 centimètres est bonne jusqu'à 8 centimètres environ de diamètre, et celle de 15 jusqu'à 10 centimètres de diamètre.

D'ailleurs, ce sont là des données précises très utiles certainement, mais qui ne sont pas absolues, car on peut dire que jamais toute l'étendue d'une même lésion n'est justiciable de la même dose de Rayons X. L'appréciation de celle-ci est une question d'art, et nous verrons bientôt par quelle technique il est bon d'opérer pour les doses fractionnées. On peut donc souvent opérer avec des limitateurs de rayon d'ouverture beaucoup plus grand, mais en ayant soin de placer le rayon normal sur le point qui doit avoir la plus forte dose.

III. — *Reactions diverses des divers tissus.* — *Leur traitement.* — *Limitation exacte des lésions.*

Etudions maintenant d'une manière générale l'action des rayons X sur les tissus. On sait que leur action est essentiellement sélective. Le tissu cutané est le plus sensible de tous à cette action, et il répond par des radiodermites de gravité croissante aux doses croissantes de rayons X. C'est la dose 5 H de Sabouraud et Noiré qui produit la radiodermite légèrement exsudative et sans gravité, avec les rayons non filtrés venus d'un tube de Crookes normal. Il ne faut pas, sur de la peau saine, atteindre la dose de 10 H si on ne veut pas arriver à la radiodermite grave, mettant de nombreuses semaines à guérir.

La guérison plus ou moins rapide dépend essentiellement du tempérament du malade et du mode de traitement, il en est de même d'ailleurs des réactions éprouvées par les tissus morbides des maladies cutanées. Nous allons donner à ce sujet les prescriptions générales qui nous réussissent le mieux.

Le principe primordial est l'absence aussi complète que possible du pansement, afin d'éviter l'arrachement des tissus néoformés, qui ne manque pas de se produire toutes les fois qu'on change le pansement. Souvent les malades demandent un pansement pendant quelques jours après le commencement de la réaction, à cause de la souffrance produite par l'air ; mais la guérison est d'autant plus rapide qu'ils ont plus de courage pour supporter ce stade, qui se termine en très peu de jours par la formation d'une croûte protectrice sèche et généralement peu épaisse sous laquelle progresse le processus de guérison.

Il faut cependant tenir la radiodermite aseptique et la débarrasser de ce qu'elle élimine ; pour cela il faut la soumettre à des pulvérisations fréquentes. Mais si on fait celles-ci sans précautions spéciales, les effets peuvent être

médiocres. Les effets sont au contraire excellents, si on a soin de pulvériser sur la surface malade du sérum artificiel stérilisé, qui place les cellules dans le milieu même pour lequel elles sont adaptées.

Si le malade ne supporte pas la suppression complète de pansement, le mieux est d'étendre sur la lésion, après la pulvérisation quotidienne, une légère couche de vaseline qui empêche le pansement de coller.

On ne peut employer les pansements rares, car après les irradiations puissantes, il y a toujours une fonte cellulaire considérable, qui nécessite d'une manière absolue au moins un nettoyage quotidien. Je n'ai jamais observé d'infection grave dans les lésions dues à l'irradiation, mais la guérison est plus rapide quand on opère comme il vient d'être dit que quand on les abandonne à l'air libre sans aucun soin.

Quand le malade n'a pas de pulvérisateur à sa disposition, on peut remplacer la pulvérisation par des lavages à l'eau salée stérilisée. Cela est moins bon, mais donne encore d'excellents résultats, quand le malade ou son entourage savent pratiquer ces lavages légèrement, sans arracher les tissus qui se reconstituent.

Ces principes de traitement restent les mêmes quand, au lieu de radiodermite véritable, on a des réactions obtenues sur des tissus malades; nous les avons donnés la première fois que la question s'est présentée, nous n'y reviendrons pas.

Mais, s'il y a similitude dans l'évolution des lésions dues à l'irradiation par rayons X, il y a des différences fondamentales dans les doses de rayons X qui produisent des effets analogues dans les divers tissus morbides. Ceux-ci ont toujours une susceptibilité beaucoup moins grande que celle de la peau saine.

Prenons, par exemple, un lupus tuberculeux présentant des nodules bien nets, et donnons une dose de 8 H ; nous verrons à coup sûr une radiodermite sérieuse, qui débutera de 8 à 12 jours en général après la séance. Quatre ou cinq jours après le début de la radiodermite, on verra les nodules presque intacts se détacher sur une surface sanguinolente, qui élimine constamment des cellules mortifiées. Cette surface était celle de la peau relativement saine, infiltrée seulement de produits tuberculeux qui n'en avaient pas encore modifié profondément la texture. Après guérison de la réaction, les nodules se détachent sur une surface heureusement modifiée, en certains points de laquelle on observe une cicatrisation nette.

Si, à ce moment, on recommence, on détruit les cicatrices acquises qui se reforment d'ailleurs en s'étendant, mais on ne peut arriver en règle générale à atteindre profondément le nodule sans causer aux tissus sains ou guéris qui l'environnent une radiodermite qui pourra devenir très grave. J'ai observé par ce procédé des améliorations considérables, je n'ai pu attaquer sérieusement le nodule tuberculeux lui-même.

Ce que je viens de dire pour le lupus tuberculeux peut se répéter textuellement pour le lupus érythémateux, pour la tuberculose végétante, pour le tissu chéloïdien, pour l'épithélioma cutané, pour le papillome.

Si, au lieu de cette dose de 8 H, on en donne une beaucoup plus forte, on atteint profondément le tissu morbide, et la guérison peut s'en suivre, mais seulement au prix d'une lésion profonde, grave et lente à guérir, de la peau saine.

Tant qu'on n'utilise pour limiter l'action des rayons X que les limitateurs en verre opaque ou des feuilles de plomb découpées, on ne peut éviter les inconvénients ci-dessus décrits des doses massives, car on ne peut découper avec assez de précision le contour des tissus morbides, et la respiration même du malade suffit pour produire un déplacement nuisible.

Un progrès considérable a été réalisé par l'emploi de l'emplâtre de Vigo, que beaucoup de radiothérapeutes ont préconisé. Celui-ci absorbe plus de moitié du rayonnement du tube de Crookes moyen, mais, outre cela, les rayons filtrés ainsi donnent très difficilement de la radiodermite. Il m'est arrivé de donner des doses de 20 H et de voir la peau ainsi protégée donner à peine une légère réaction, sans gravité aucune, sans même d'exsudation. Et cependant cette action est nettement favorable, car elle atteint les tissus douteux répandus dans la peau qui entoure les lésions franches.

Mais l'emplâtre de Vigo n'adhère pas encore d'une manière suffisamment exacte pour qu'on soit sûr qu'aucun déplacement ne se produira pendant l'application, et de plus il est absolument impossible de localiser exactement par ce moyen un nodule lupique isolé, ou les bords anfractueux d'un lupus ou d'un épithélioma.

Heureusement que nous possédons des peintures suffisamment opaques aux rayons X ; ce sont les peintures au plomb, céruse ou minium. Je donne la préférence à cette dernière qui *couvre* mieux encore que la céruse. En l'hydratant d'abord, et le broyant après dessiccation avec de l'essence de térébenthine, on peut lui donner la consistance que l'on veut, et la pâte ainsi formée peut se poser avec des bouts de bois taillés en pointe de manière à épouser les contours les plus délicats ; avec un peu d'habitude, on lui donne aisément la consistance nécessaire pour qu'elle ne coule pas, et qu'elle sèche rapidement. Après la séance, il suffit d'un lavage à la térébenthine ou à l'éther pour enlever la peinture. L'éther est souvent préférable quand la lésion est à vif, car il s'évapore rapidement et son action caustique dure moins longtemps.

On peut, avec le minium ainsi employé, épouser les plus petites anfractuosités du tissu malade, mais avec les très hautes doses que j'emploie, il est utile de protéger plus efficacement encore les alentours un peu éloignés de la lésion, là où la peau est manifestement encore saine. Pour cela il est bon

de découper de petites bandea d'emplâtre de Vigo, et de circonscrire la lésion au moyen d'un contour polygonal formé par ces bandes imbriquées l'une sur l'autre. De la sorte on a toujours plusieurs épaisseurs d'emplâtre au-dessus des tissus sains, et on peut employer un radiolimitateur assez étendu sana aucun inconvénient. L'emploi de ce radiolimitateur étendu a d'ailleura un grand avantage, c'est que si le malade bouge un peu, il n'y a aucun danger de voir la région lésée sortir de la zone active; l'emplâtre étant assez parfaitement collé, le patient l'entraîne avec lui dans ses mouvements ou du moins les petits déplacements de l'emplâtre n'auront aucun inconvénient, à cause de la couche de minium sous-jacente.

La seule précaution à prendre est de former la cuirssse protectrice en emplâtre de Vigo notablement plus grande que la surface du limitateur, de façon à éviter sûrement, même si le malade bouge, d'atteindre de la peau saine. Dans ces circonstances on a, avec les plus hautes doses, à peine une légère rougeur de la peau saine, et celle-ci est loin d'être nuisible.

La technique rigoureuse qui vient d'être décrite et dont le principe se réaume en ceci : Ne jamais atteindre de la peau saine par des doses énergiques de rayons non filtrés et ne jamais toucher un tiasu morbide autrement que par une dose très énergique — m'a permis d'employer des doses extrêmement considérables, et d'obtenir des guérisons en un nombre très petit d'applications, une aeule dans certaina cas, avec des lésiona opératoires guéries en général en peu de semaines, et quelquefois, à ma grande surprise, sans aucune lésion opératoire.

IV. — *Doses massives employées dans quelques maladies cutanées.*

Lupus. — Le principe dans cette maladie est de commencer par une dose médiocre de 8 H environ, en limitant avec soin au minium le contour exact de la lésion. On pourra être obligé de répéter cette dose une ou deux fois dans les cas les plus mauvais, afin de détruire les tissus infiltrés. Les séances pourront être eapacées de trois semaines à un mois, la guérison de chaque lésion opératoire survenant aprèa ce laps de temps. Cela étant acquis, on pourra voir lea lésions fondamentales, nodules dans le cas de lupus tuberculeux, régiona aquameuses plus ou moins hypertrophiques dans le cas de lupus érythémateux, et c'est à ce moment que la technique précédente permettra, en isolant les lésions fondamentales, de les traiter au moyen de doses de 12 H à 15 H. Ces doses, appliquées comme il a été dit, donnent des réactions qui guérissent également en peu de aemaines, et la cicatrisation définitive est acquise en deux ou trois applicationa. Je me réserve d'ailleurs d'augmenter encore peu à peu ces doses, car il n'est pas impossible de gagner du temps de cette façon. J'ai d'ailleurs vu des nodules profonds, parfaitement isolés, ne donner aucune réaction visible après avoir reçu des doses de 15 H.

Tuberculose verruqueuse. Doses fractionnées. — Dans ce cas, il ne faut pas craindre d'opérer énergiquement. Après une limitation très soignée, il faut débuter par une dose massive, variant de 12 H à 18 H suivant l'épaisseur des lésions. C'est surtout dans ce cas qu'il faut opérer par doses fractionnées. On commence par donner à toute la lésion la dose minima que l'on veut atteindre ; on arrête le tube, et on peint la région sur laquelle on ne veut pas aller plus loin, puis on continue. On peut ainsi fractionner les doses autant qu'on le veut. Au bout de quelques jours, le malade éprouve quelque gêne, il y a un peu de mollesse et même de fluctuation de la partie malade, puis des fissures se produisent vers la base de la verrucosité, laissant suinter un liquide épais et qui semble non infecté. La guérison survient de deux façons différentes suivant les cas : ou bien tout se dessèche peu à peu, et la croûte tombe, laissant apparaître un tissu sain ou à peu près sain, ou bien toute la verrucosité se soulève par formation d'une véritable phlyctène et s'élimine en laissant apparaître un tissu de même aspect que dans le cas précédent.

En général la cicatrisation complète est obtenue après une deuxième application un peu moins énergique que la première ; il est bon de faire les deux applications à cinq ou six semaines d'intervalle.

Papillome. — Dans ce cas la guérison doit être obtenue en une seule application de 12 à 18 H suivant l'épaisseur des lésions ; il est inutile d'employer des doses plus faibles, à moins de faire de nombreuses séances. Même sur les très petits papillomes, 8 H ne font rien de sérieux, au lieu que 12 H amènent en moins d'un mois la disparition de la tumeur, qui en général entre en régression et se dessèche sans aucun suintement.

Epithélioma cutané. — C'est dans ces cas que les doses les plus hautes doivent être données. Je n'ai jamais vu de tissu épithéliomateux donner une ulcération sous l'action de doses massives de rayons X. Il suffit de limiter avec soin la région malade, en ne laissant apparaître aucune région de peau non infiltrée et non congestionnée, pour ne voir apparaître aucune ulcération, même à la suite de doses de 25 et 30 H sur des lésions épaisses.

Dans le cas d'épithéliomas ulcérés, il n'y a pas à hésiter, et j'ai employé, dans ce cas, des doses qui ont été jusqu'à 30 H ; je ne descends plus maintenant au-dessous de 20 H qui, dans les cas peu graves, amènent un soulagement presque immédiat des douleurs et une cicatrisation rapide. Le principe absolu, à mon avis, est de sidérer la lésion par une action extrêmement violente, car les petites doses peuvent avoir pour effet d'exciter l'épithélioma au lieu de le détruire. Avec les doses de 18 à 20 H j'ai dû faire deux applications pour arriver à la cicatrisation complète ; avec des doses de 25 à 30 H il m'est arrivé d'avoir la guérison en une seule séance.

Quand on applique des doses pareilles sur une région un peu étendue, il n'est pas rare de voir le malade manifester, au moment de la réaction, soit

une dizaine de jours après l'application, des symptômes généraux assez sérieux, lassitude, courbatures, malaise considérable. Cet état est dû probablement aux toxines qui se produisent dans les tissus mortifiés qui doivent être éliminés. Le mieux alors est de donner 60 grammes de lactose par jour, ce qui fait uriner le malade abondamment et délivre l'organisme des toxines qui l'empoisonnaient.

Enfin, une chose peut encore limiter l'emploi des doses extrêmement massives; le soir même de l'intervention, il se produit parfois un œdème très important qui dure deux jours à peu près, et qui, dans certaines régions, pourrait peut-être devenir dangereux.

J'ai enregistré dans quelques cas très graves des aggravations du mal venues après l'application, quand les ganglions étaient pris; mais les malades étaient perdus sans cela, et dans quelques cas qui semblaient désespérés l'amélioration s'est produite.

Il faut donc être prudent, mais non timoré.

Indications bibliographiques.

Quelques considérations sur la radiothérapie intensive dans les maladies cutanées.

Journal de médecine interne, 20 octobre 1909.

Archives d'électricité médicale, décembre 1909.

TROISIEME PARTIE

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE

1° **ÉTUDE DES FEUX RÉGLEMENTAIRES DE LA MARINE** (en commun avec M. Polack).

Les faits connus relativement à la vision des plages colorées sont d'une extrême complication, surtout en ce qui concerne la reconnaissance de la couleur dans le voisinage du minimum chromatique (seuil de la sensation colorée). Les dimensions de la plage à considérer ainsi que son éclat entrent en jeu.

D'un autre côté, la viciation des perceptions colorées ne se fait pas toujours uniformément sur la rétine ; par exemple, dans le cas le plus important au point de vue pratique, celui du scotome central, la viciation porte sur le point de fixation.

Dans cet état de choses, il nous a semblé utile d'étudier systématiquement dans la chambre noire la vision des signaux colorés de la marine, au moyen d'images rétiniennes ayant exactement les mêmes dimensions et autant que possible le même éclat que les signaux réglementaires. Les études ont d'abord porté sur nous-mêmes, afin d'établir les lois physiologiques du phénomène. Nous avons ensuite fait vérifier ces résultats par de nombreux observateurs. Nous avons commencé par des observateurs exercés, parmi lesquels plusieurs artistes peintres et un officier de marine, qui nous ont permis d'affirmer nos observations ; puis nous nous sommes adressés à des observateurs quelconques, qui nous ont montré que l'observation des faits est aisée.

On voit aisément qu'un feu coloré de la marine, dû à un réflecteur de 30 centimètres de diamètre est vu à 10 kilomètres comme un feu nu ayant le même éclat que celui de la source et un diamètre apparent de 0,00003.

Pour placer l'œil dans des conditions identiques à celles de la pratique, nous devions donc placer devant une lampe à incandescence réglementaire

un trou assez petit pour qu'il soit vu sous le diamètre apparent de 0,00003 dans une chambre noire ordinaire.

Nous avons pris comme source lumineuse non une lampe à incandescence mais une flamme d'acétylène, beaucoup plus commode. Si nos conditions ne sont pas identiques à celles de la pratique, elles en sont cependant assez voisines pour permettre l'étude parfaite d'un œil au point de vue de la vision des signaux. D'ailleurs l'absorption atmosphérique modifie l'éclat apparent des sources dans la pratique assez pour qu'il soit illusoire de chercher à réaliser l'égalité absolue des éclats des sources usuelles et de la source étalon employée pour l'examen.

La flamme d'acétylène, placée dans une lanterne étanche, éclaire un petit trou de 0^{mm},07 pris dans la paroi de cette lanterne. Devant ce trou on peut glisser des morceaux découpés dans des verres réglementaires de la marine. Le tout est placé dans une chambre parfaitement noire.

Il est aisé de voir que, dans ces conditions, le diamètre apparent de 0,00003, sous lequel les feux réglementaires cessent d'être vus par les bons yeux, est réalisé à une distance de 2^{m},30. Pratiquement, à cause de la différence des sources et de l'absence d'absorption atmosphérique le signal rouge était vu à une distance notablement plus grande.

La grandeur du territoire indépendant de la rétine varie du centre à la périphérie, il en est de même du diamètre apparent subjectif que nous attribuons à un point lumineux.

Les phénomènes sont les suivants, pour l'œil adapté à l'obscurité.

A) *Variation du diamètre apparent subjectif entre la vision centrale et la vision périphérique.* — Tout d'abord, fixons le point lumineux éloigné en accommodant sur lui de manière à le percevoir comme une petite tache nette, puis détournons un peu le regard, pour amener le point lumineux en vision périphérique : le diamètre apparent subjectif augmente énormément en même temps que se produisent des variations d'éclat sur lesquelles nous allons revenir. Cette variation se produit par une rotation de l'œil de quelques degrés ; et le diamètre apparent subjectif périphérique d'une source très petite correspond à un angle d'environ un demi-degré. Nous attribuons ce résultat au phénomène bien connu déjà par l'étude de l'acuité visuelle, de la segmentation rétinienne imparfaite à la périphérie.

B) *Variations subjectives d'éclat quand on passe de la vision centrale à la vision périphérique.* — Nous ne pouvons donner avec précision les limites de ce que nous appelons ici la vision centrale car, dans l'obscurité où nous nous sommes placés forcément, les points de repère nous manquaient ; nous ne pouvons donc pas savoir si les points remarquables pour la sensibilité aux diverses couleurs sont exactement confondus, ou seulement très voisins l'un de l'autre. Dans ce qui suit, les mots *vision centrale* exprimeront donc seu-

lement que, en cherchant à fixer le point lumineux, on observe le phénomène décrit. Cependant il nous a toujours semblé que ces phénomènes se produisaient sur une étendue assez notable autour du point de fixation.

1° *Signal rouge réglementaire.* — La sensibilité périphérique est beaucoup moindre que la sensibilité centrale ; cette différence est assez grande pour qu'un signal rouge vu encore assez nettement en vision centrale devienne tout à fait invisible en vision périphérique. La recherche d'un signal rouge isolé est donc très difficile, puisqu'il faut fixer droit dessus pour qu'il soit visible. Quand, par les petits mouvements de l'œil, on a perdu la fixation d'un signal rouge il est malaisé de le retrouver.

Il était intéressant de savoir si le rouge, dans les conditions actuelles, présente un intervalle photochromatique ; pour les plages de grande étendue, la question a été en effet controversée. Dans l'obscurité absolue, nous avons toujours trouvé l'existence d'un intervalle photochromatique, mais habituellement très faible.

2° *Signal réglementaire vert-bleu Isly.* — La vision de ce signal est en quelque sorte complémentaire de celle du signal rouge ; on le voit mieux en vision périphérique qu'en vision centrale, et le phénomène est extrêmement remarquable puisque lorsque l'œil passe de la fixation directe à l'observation indirecte, la tache lumineuse devient à la fois beaucoup plus éclatante et beaucoup plus grande (Voir ci-dessus A).

Corrélativement à cette augmentation d'éclat, on observe toujours un affaiblissement énorme de la notion de couleur. On peut dire d'une manière générale que le signal bleu, pour une rétine adaptée à l'obscurité, est vu incolore en vision périphérique ; pour avoir la notion de couleur de ce signal en vision indirecte, il faut en effet être à une distance qui reste toujours inférieure à $1^{m},50$.

Contrairement à ce qui se passe pour le rouge, un signal bleu-vert est toujours aisé à retrouver, car il est bien vu dans tout le champ visuel. La difficulté est de le voir en le fixant, ce qui n'a d'ailleurs aucune importance pratique. Mais nous insistons sur ce point que, si la vision brute du signal bleu est beaucoup plus aisée en vision périphérique, la reconnaissance de la couleur ne se fait qu'en vision centrale. Pour les lumières très faibles la périphérie rétinienne adaptée à l'obscurité est donc beaucoup plus sensible aux radiations de courte longueur d'onde qu'aux radiations de grande longueur d'ondes mais elle ne donne aucunement la notion de couleur.

Étudions maintenant la vision centrale en détail. Le signal est vu bleu en vision centrale jusqu'à 2 mètres environ ; à partir de ce moment, même pour la vision centrale, le signal est vu incolore. Il continue à être perceptible centralement jusqu'à 4 mètres, ce qui nous donne pour la vision cen-

1. Voir notice précédente, page 47.

trale du bleu un intervalle photo-chromatique. En vision périphérique, le signal est vu jusqu'à 34 mètres, mais semble incolore.

3° *Signal incolore.* — Il se comporte en gros comme le signal bleu, avec des particularités cependant que nous allons faire ressortir. On le voit mieux en vision périphérique qu'en vision centrale, et il est par conséquent visible de beaucoup plus loin en vision périphérique. Pour la vision centrale, la limite extrême est 4 mètres, mais à partir de 1^m,75 environ de distance, le feu paraît très notablement rouge. L'expérience, entre ces limites est extrêmement frappante. On perçoit très aisément le feu en vision périphérique sous forme d'une source de diamètre apparent notable ; quand on fixe exactement, on voit une tache très petite beaucoup moins éclatante, et qui vire vers le rouge d'une manière évidente.

Le dernier fait est aisé à comprendre d'après ce qui précède, la lumière blanche contient en effet des radiations rouges et des bleues. Les secondes n'impressionnant pas la fovea quand leur intensité n'est pas très grande, les rouges agissent d'une manière prépondérante. En vision périphérique les rouges n'agissent pas à partir d'une distance assez faible et les bleues seules donnent la sensation incolore.

Les chiffres que nous avons donnés sont relatifs à un œil situé dans la chambre noire et complètement adapté à l'obscurité. Ce ne sont pas les conditions habituelles de la pratique car l'observateur situé sur un bateau est au milieu d'objets plus ou moins éclairés par la lune ou par les feux du bord eux-mêmes. Nous avons donc cherché quelles modifications étaient apportées dans la vision des signaux par cette condition.

La lumière ambiante intense diminue toutes les sensibilités ; mais nous avons observé ce fait extrêmement surprenant que la lumière ambiante faible favorise d'une manière notable la vision centrale pour toutes les couleurs, mais surtout pour le rouge. La vision périphérique du signal rouge, tout en étant beaucoup moins modifiée par l'adaptation que celle du signal bleu-vert, est cependant influencée dans le même sens.

En somme, au point de vue pratique, l'adaptation aux lumières faibles que les observateurs ont souvent autour d'eux ne modifie que très peu la reconnaissance des signaux colorés puisque cette reconnaissance exige toujours la mise en jeu de la vision centrale. Cette modification très faible est d'ailleurs favorable.

Pour le signal bleu on peut dire seulement que la sensibilité centrale est assez peu augmentée par la lumière ambiante faible pour qu'on ne puisse pas faire une mesure nette de cette augmentation, qui existe cependant d'une manière indéniable. La visibilité périphérique est dans les mêmes conditions considérablement diminuée, puisque la limite de vision passe de 16 mètres à 4^m,50.

Pour le signal rouge les effets sont mesurables. Un signal vu à 3 mètres dans l'obscurité complète en vision centrale incolore, et à $2^m,80$ en vision centrale colorée et en vision périphérique incolore, est vu dans la chambre légèrement éclairée jusqu'à 3 mètres en vision centrale colorée jusqu'à $3^m,30$ ou $3^m,40$ en vision centrale incolore. En vision périphérique il est vu un peu moins bien que dans l'obscurité, mais la différence est trop faible pour être nettement mesurée.

Le signal incolore est vu à peu près de même en vision centrale dans l'obscurité complète ou à la lumière basse ; en vision périphérique, sa distance de vision est diminuée d'environ un tiers. Le virage au rouge en vision centrale se voit plutôt mieux avec un peu de lumière ambiante.

L'explication de ces faits n'est point aisée. On pourrait à la rigueur expliquer la meilleure distinction des couleurs sur un fond un peu éclairé, par le fait que celui-ci offre un terme de comparaison. Mais cette explication ne suffit pas à rendre compte d'une augmentation, si faible soit-elle, de la sensation lumineuse pure.

On sait que certaines substances sensibles à la lumière présentent la propriété de devenir plus sensibles aux lumières faibles quand elles ont été préalablement très légèrement impressionnées et que même, dans ce cas, certains rayons peu réfrangibles peuvent continuer une action qu'ils ne déclencheraient pas à eux seuls (rayons continuateurs de Becquerel). Mais pour admettre une explication de cette nature il faudrait admettre d'abord que dans la fovea il y a une substance photosensible, ce qui n'est pas démontré par l'expérience, et que cette substance possède des propriétés autres que celles de l'érytbropsine.

Nous ne nous aventurerons pas davantage sur le terrain des hypothèses.

Ces faits permettent comme nous l'avons vérifié de reconnaître des signaux éloignés même dans le cas où leur couleur n'est pas nettement perceptible du premier coup, il y a donc là quelque chose qui est susceptible d'une application pratique.

Quand on a une lunette, le mieux pour distinguer la couleur d'un signal qu'on perçoit comme lumineux est de le regarder avec la lunette. Dans ce cas, si l'anneau oculaire est plus petit que la pupille, l'œil reçoit toute la lumière qui a traversé l'objectif, et la sensibilité est augmentée dans le rapport des surfaces de l'objectif employé et de la pupille : on peut arriver ainsi, dans les conditions de la pratique, à voir un signal comme s'il était au tiers de la distance en négligeant l'effet de l'absorption atmosphérique. Mais tous les marins n'ont pas de lunette à leur disposition, et l'application de ce qui précède permet de reculer beaucoup la zone d'utilité des signaux de nuit pour les pêcheurs qui ne peuvent observer qu'à l'œil nu. Nous allons donc résumer les faits :

Si un signal de couleur douteuse est mieux vu en vision directe qu'en vision indirecte, il est rouge.

Si un signal de couleur douteuse est mieux vu en vision indirecte qu'en vision directe, il est bleu ou incolore. On distingue ces deux signaux l'un de l'autre quand ils ne sont pas trop éloignés de la façon suivante : si le signal reste incolore en passant de la vision indirecte à la vision directe il est bleu ; si le signal vire au rouge en passant de la vision indirecte à la vision directe, il est incolore.

Dans le cas des signaux bleu et incolore, on ne peut d'ailleurs pas les distinguer dans toute leur zone de visibilité : le virage au rouge du signal incolore ne se produit en effet que sur un cinquième de la limite extrême de visibilité quand on néglige l'effet de l'absorption atmosphérique. Celle-ci a d'ailleurs pour effet certain de réduire notablement ces rapports, et de les réduire dans des proportions variables avec l'état de l'atmosphère. Nous n'avons pu faire d'expérience sur mer pour achever l'étude de cette question au point de vue pratique.

En somme on pourrait, en instruisant les marins des particularités que nous venons de décrire, les perfectionner beaucoup au point de vue de la vision des signaux colorés, et on pourrait également au moyen de l'appareil très simple que nous avons utilisé, étudier fréquemment la vision des marins et éviter les accidents que peuvent causer les hommes atteints de diverses maladies, et en particulier de scotome central.

2° TOPOGRAPHIE RÉTINIENNE POUR LES HAUTES LUMIÈRES. NEUTRALISATION (en commun avec M. Polack).

On sait depuis longtemps que la périphérie rétinienne ne présente pas à l'égard des couleurs la même sensibilité que la région centrale, et surtout que l'adaptation à l'obscurité ne s'y fait pas du tout de la même façon. Nous avons même pu montrer une opposition complète entre la vision centrale et la vision périphérique, à ce dernier point de vue, puisque le maximum de la sensibilité centrale se produit, contrairement à ce que l'on pense habituellement, pour une certaine lumière ambiante faible, tandis que le maximum de la sensibilité périphérique a lieu dans l'obscurité complète, conformément aux idées reçues.

On a étudié jusqu'ici les sensibilités des diverses régions de la rétine en comparant les chiffres obtenus pour chacune d'elles par la méthode du seuil. On a souvent cru pouvoir étendre aux hautes lumières les résultats ainsi obtenus ; c'est ce point qui nous a semblé exiger une vérification par des expériences directes.

Nous avons pu les réaliser par des procédés photométriques en déterminant les éclats lumineux objectifs nécessaires pour produire la même sensation en deux points différents de la rétine. Cette méthode nous a permis d'opérer avec des éclats analogues à ceux dont on se sert journellement.

Les expériences étaient toujours menées de la même façon. On donnait à l'une des plages un certain éclat, et on égalisait avec celui-là l'éclat de la deuxième plage pour l'œil placé dans sa position d'observation, le regard errant constamment d'une plage à l'autre. Cette première opération étant faite, on mettait en marche un disque rotatif qui admettait la lumière pendant un temps connu et l'observateur fixait le mieux possible le point où devait apparaître une des deux plages.

Admettons pour un instant que la fixation ait été exacte ; dans ces conditions, les deux plages vues l'une en vision directe, l'autre en vision indirecte, ne sembleront plus avoir le même éclat. On ramène l'égalité des éclats apparents en agissant sur un œil de chat. Le rapport des ouvertures obtenues dans les deux parties de l'expérience donne le rapport des sensibilités du point étudié de la rétine et de la région centrale.

La grande difficulté est la fixation préalable de la plage centrale, et cela nous a empêchés d'opérer dans l'obscurité complète, malgré le grand avantage que cela aurait eu au point de vue de l'adaptation. Nous avons alors employé une faible lumière ambiante, permettant de distinguer suffisamment les détails de l'appareil pour permettre la fixation.

On sait que la sensation centrale varie en fonction du temps, et par conséquent on ne peut conclure immédiatement du résultat de l'expérience à la valeur de la sensation en vision indirecte ; pour avoir cette donnée, il faudrait se reporter aux chiffres connus relatifs à la sensation centrale en fonction du temps (notice précédente, page 41). Mais, sans faire ces calculs, l'expérience donne cependant des résultats déjà intéressants.

Une expérience rapide nous a montré que l'étude de la région périmaculaire, menée comme nous l'avons dit ci-dessus, nous renseignait d'une manière suffisante sur la sensibilité rétinienne en général.

Il en résulte que la comparaison de la sensibilité de la zone rétinienne fovéaire avec celle de la zone périmaculaire suffit pour bien connaître la sensibilité de l'œil. Il aurait été en effet illusoire de chercher à déterminer point par point la sensibilité de la macula, vu le peu de précision que comportent les expériences. Nous admettons donc comme à peu près conforme à la vérité que la variation de la sensibilité dans la macula est linéaire, et qu'il suffit pour la connaître de déterminer le rapport de la sensibilité centrale à celle de la région périmaculaire pour les divers azimuts.

Nous avons cherché tout d'abord l'influence du temps sur la comparaison photométrique entre deux plages éloignées l'une de l'autre et de même couleur.

Tant que les éclairs lumineux sont courts, on trouve pour le rapport de la sensibilité périphérique à la sensibilité centrale des nombres analogues, que le peu de précision des expériences ne permet pas de distinguer l'un de l'autre.

De ce que nous avons dit, il résulte que pour une même couleur, quelle que soit l'intensité lumineuse, l'ondulation de fatigue (notice précédente, page 41) pour la région périmaculaire que nous avons étudiée est la même que pour la région centrale. Dans la suite, nous appellerons « coefficient de sensibilité périphérique » pour une couleur donnée le rapport de la sensation périphérique à la sensation centrale, déterminé psr le rapport des ouvertures de nos œils de chat.

Nous allons donner les coefficients de sensibilité périphérique, pour quatre points de la région périmaculaire que nous avons étudiée, le point supérieur, le point inférieur, le point situé sur l'horizontale du côté temporal et le point situé sur l'horizontale du côté nasal. Nous avons eu pour le bleu les résultats suivants :

	HAUT	BAS	TEMPORAL	NASAL
Coefficient de sensibilité périphérique. .	4	6	2	4 (Broca).
Coefficient de sensibilité périphérique. .	20	6	6	12 (Polack).

Pour les autres lumières, nous avons eu des résultats assez variables, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, mais les coefficients de sensibililé étaient toujours très voisins de l'unité.

Deux exceptions sont à noter à cette règle sommaire, comme ayant donné des résultats constants.

La région supérieure présente dans le vert un rapport de sensibilité égal à 2.

Dans le rouge, il semble que la région externe présente un peu moins de sensibilité que le reste de la rétine.

Des faits connus relatifs à la vision périphérique et obtenus au moyen de la méthode des minima, il n'y en a donc qu'un seul qui se vérifie par notre méthode photométrique à haute lumière, c'est la diminution de la sensation chromatique relative au bleu pour la périphérie rétinienne. Au contraire, la diminution de la sensibilité chromatique à la périphérie pour les couleurs autres que le bleu et l'égalité de la sensibilité lumineuse brute pour le bleu ne se vérifient pas entièrement dans la région centrale et paracentrale de la rétine.

Quand on fixe assez longtemps la plage centrale, la périphérique disparaît. c'est le phénomène de Traxler et Holth.

Comme nous avons été gênés par ce phénomène dans l'étude qui précède, nous l'avons soumis à une expérimentation systématique et nous sommes arrivés aux résultats suivants :

Le phénomène se produit à peu près de la même façon, quelle que soit la couleur employée et quelle que soit la région de la rétine sur laquelle elle produit son image. Le temps au bout duquel a lieu la disparition est aux environs de dix secondes, cependant il varie facilement du simple au double.

Il est bien entendu que nous n'avons jamais observé le phénomène en vision centrale.

On ne peut expliquer ce phénomène particulier à la vision indirecte par la fatigue de la rétine. Dans ce cas, en effet, la sensation tomberait graduellement et sans discontinuité à zéro, et nous aurions alors, en faisant varier la fente dc notre disque rotatif, tracé une courbe continue de sensation tombant à zéro. L'expérience nous a montré au contraire que la sensation suivait en vision périphérique une courbe semblable à celle qu'elle suit en vision centrale, sauf quand le temps d'admission de la lumière est trop long, et dans ce cas il surgit une difficulté nouvelle que nous allons décrire maintenant. L'œil, au bout de une ou deux secondes environ, est sollicité à fixer la plage indirecte avec une énergie croissante et presque insurmontable ; le réflexe photomoteur, pour employer l'expression de Nuel, devient de plus en plus difficile à inhiber. Il faut un véritable entraînement pour arriver à maintenir quand même la fixation, et cela ne se fait qu'au prix d'une fatigue considérable.

Quand on arrive à faire l'expérience, on voit que la sensation se maintient à une valeur permanente ou à peu près, jusqu'au moment où, subitement, elle tombe à zéro.

Quand on fait l'expérience en plaçant un papier blanc de 5 ou 6 centimètres de côté sur une table peu éclairée, comme un drap vert olive de table à jeu, on voit, au moment où le papier blanc disparaît, se produire une tache sombre ovale, d'un diamètre plus grand que lui. Un peu avant que le papier ne disparaisse, on voit les contours de l'ovale noir se préparer autour du papier. On ne peut attribuer ce phénomène à une image accidentelle, car la tache sombre ne reproduit pas la dimension de l'objet, et de plus la rétine n'a aucune sensation, malgré la présence du corps lui-même.

Ces expériences ne réussissent bien que pour la région périmaculaire de la rétine ; à la région tout à fait périphérique, les objets disparaissent sans qu'on puisse voir nettement la tache sombre qui les remplace. L'expérience ne réussit qu'après un repos suffisant de l'œil.

Tous ces phénomènes nous semblent s'expliquer en faisant intervenir la fonction bien connue sous le nom de neutralisation. Nous allons exposer nos idées sur ces phénomènes, tout en reconnaissant leur caractère hypothétique, mais en montrant qu'elles permettent de coordonner les faits connus.

On peut dire que l'œil inhibe toutes les sensations qui le gênent dans l'accomplissement de ses fonctions normales. Par exemple, quand nous fixons

un objet binoculairement, non seulement nous voyons cet objet lui-même simple, mais nous voyons encore simples tous les objets qui remplissent le champ de vision indirecte. Cependant la plupart d'entre eux ne forment pas leurs deux images en des points correspondants des rétines, et par conséquent ils devraient être vus doubles. Il est aisé de voir que, dans cette expérience, nous tenons compte des images directes de l'un de nos yeux, et que nous neutralisons les images indirectes de l'autre. Pour s'en convaincre, il suffit de viser avec le doigt un objet éloigné, les deux yeux étant ouverts. On arrive toujours à une visée satisfaisante ; mais il suffit alors de fermer successivement chacun des deux yeux pour voir la visée se maintenir pour l'un des yeux et se modifier pour l'autre. Quand on répète l'expérience un certain nombre de fois, on arrive à voir les deux images indirectes du doigt interposé entre les yeux et l'objet visé. Ceci prouve bien que les deux images se forment bien sur la rétine, mais que, devant la difficulté d'interpréter les images doubles alors que nous savons que les objets sont simples, nous neutralisons les images indirectes de l'un de nos yeux ; c'est le moins bon des deux, quand il y a une différence entre les yeux ; quand les deux yeux sont égaux, il y en a cependant toujours un qui joue le rôle d'œil directeur.

Un autre exemple nous est fourni dans le cas de la vision centrale par l'antagonisme des champs visuels, qui se produit, comme on sait, aussi bien pour les couleurs que pour les formes.

Enfin, nous citerons, comme dernier exemple, le cas de la neutralisation des images de l'œil dévié dans le strabisme.

Revenons maintenant au cas qui nous occupe actuellement. La fonction normale de la vision indirecte consiste à attirer notre attention pour nous inciter à prendre par la fixation directe une connaissance exacte de l'objet qui nous a impressionné.

Quand nous cherchons à maintenir notre fixation malgré la présence d'une image rétinienne périphérique, nous sommes obligés de lutter contre la production de la fonction normale de notre œil, et la neutralisation de l'image indirecte, qui nous sollicite constamment à accomplir une fonction que nous voulons inhiber, nous apparaît comme jouant exactement le même rôle que la neutralisation dans les cas que nous venons de rappeler, c'est-à-dire la suppression d'une sensation gênante.

La constitution du système nerveux visuel nous semble d'ailleurs se prêter parfaitement à l'accomplissement de cette fonction ; on sait, en effet, que les connexions entre cellules ne se font pas par continuité, mais par contiguïté. Il suffit donc qu'à un quelconque des étages de substance grise qui coupent les voies optiques, il y ait suppression des relations de contiguïté de certaines cellules grises, pour que la transmission à la corticalité soit interrompue.

Si nous voulons préciser plus encore cette hypothèse, nous pouvons trou-

ver dans la rétine elle-même tous les éléments nécessaires pour produire cette inhibition par interruption des voies sensitives ; les couches ganglionnaires de cette membrane semblent, en effet, établies pour assurer les connexions et déconnexions relatives aux voies optiques, avec l'arc réflexe le plus court possible, à cause de la proximité extrême de ces couches ganglionnaires et des terminaisons nerveuses. Il peut donc sembler rationnel d'attribuer jusqu'à nouvel ordre à ces couches les fonctions qu'elles accompliront avec plus d'économie que les autres étages gris des voies optiques.

INDICATIONS BIBLIOGRAPHIQUES.

Sur la vision des signaux réglementaires de la marine (en commun avec M. POLACK).

Comptes rendus de l'Académie des Sciences, t. CXLX, p. 828.

Influence de la lumière ambiante sur la vision des signaux réglementaires de la marine (en commun avec M. POLACK).

Comptes rendus de l'Académie des Sciences, t. CXLV, p. 1220.

Vision des petites sources colorées. — *Application à la reconnaissance des feux réglementaires de la marine* (en commun avec M. POLACK).

Lecture à l'Académie de Médecine, mai 1907,

Article sur le même sujet.

Journal de Physiologie et de Pathologie générale, janvier 1908.

Sur la topographie de la sensibilité rétinienne à haute lumière et le phénomène de Traxler (en commun svec POLACK).

Journal de Physiologie et de Pathologie générale, novembre 1908.

3° ÉTUDES SUR LES SOURCES INDUSTRIELLES (avec M. LAPORTE).

Le problème peut se poser ainsi : étant données deux sources industrielles donnant le même éclairement au photomètre, ont-elles vis-à-vis de l'œil des propriétés identiques ? Cette étude était rendue utile par l'apparition de l'arc au mercure, dont la coloration est assez saturée pour soulever la question. Nous avons profité de la circonstance pour élucider complètement la question relative à l'éclairement utile pour donner la plus grande vitesse de travail,

et sur l'effet que produisent à ce point de vue les diverses sources, quand elles existent dans le champ périphérique. Pour l'acuité visuelle nous avons eu, par des méthodes aisées à imaginer, le résultat qui était probable : *Quand il n'y a pas de source à feu nu dans le champ périphérique, deux plages donnant photométriquement le même éclat donnent également la même acuité visuelle, quelle que soit la lumière industrielle qui l'éclaire.*

Mais il fallait, pour être pratique, étudier non pas l'acuité visuelle limite, mais la vitesse de lecture, et cela non pas comme je l'ai déjà fait, en mesurant les temps normaux pour la reconnaissance d'une lettre (Notice précédente, p. 54) mais en mesurant le temps nécessaire pour lire quelques lignes.

Nous avons trouvé une première loi, qui n'avait pas encore été énoncée nettement :

Quand les caractères sous-tendent un diamètre apparent actuel égal à un multiple donné de l'angle limite, la vitesse de lecture est constante, quelle que soit la raison pour laquelle l'œil atteint cet angle limite.

Nous avons vu également que la vitesse de lecture est d'abord très petite aux environs de l'angle limite, qu'elle croît très vite jusqu'à ce que l'angle actuel soit égal à 2 fois l'angle limite, au dessous de cette valeur la vitesse croît peu ; on gagne très peu à se rapprocher à moins du quart de la distance limite de distinction.

La fatigue due à la lecture lente a été mise en évidence par des expériences faites à la limite de visibilité, en voici une :

1re ligne.	9 secondes à $1^m,31$.		
2e —	15	—	—
3e —	23	—	—
4e —	30	—	—
5e —	43	—	—
6e —	59	—	—

arrêt, la fatigue rendant la lecture impossible.

Nous avons complété cela en étudiant les distances auxquelles on lit commodément les divers caractères d'imprimerie pour les divers éclairements, par la détermination de leurs distances limites :

ÉCLAIREMENTS EN LUX	DISTANCES LIMITES DE DISTINCTION		
—		—	
	11	9	journal.
1	80	70	75
2	105	85	85
10	145	130	125
30	160	140	145
100	180	145	145

On voit donc, en prenant le quart de ces distances que le 11 est à bonne distance à 40 ou 45 centimètres pour 30 lux ; avec cet éclairement il sera

bon même pour un presbyte. Pour 10 lux, il faut l'approcher à 35 centimètres, c'est bon pour une accommodation normale, c'est mauvais pour un presbyte. Pour le 9 et le journal, même 100 lux ne mettent pas un presbyte en situation de lecture très commode.

C'est à cette raison qu'il faut attribuer la fatigue qu'éprouvent le soir, à éclairage faible, les presbytes insuffisamment corrigés.

Il y avait lieu d'étudier aussi l'action des sources aveuglantes visibles en vision indirecte. Celles-ci provoquent en effet la constriction pupillaire, et elles réduisent dans la même proportion l'éclat de l'image utile de l'ouvrage et celui de l'image aveuglante de la source indirecte. Nous avons mesuré le diamètre pupillaire au moyen d'une lunette micrométrique, seul moyen de faire cette mesure sans changer la lumière reçue par l'œil. Les mesures sont délicates et peu précises mais les moyennes ci-dessous sont correctes. Nous avons vu d'abord qu'une même source dans le champ indirect quelle que soit sa distance donne la même constriction pupillaire au moins dans de très larges limites. Comme l'éclat de l'image rétinienne est constant, on voit que ceci correspond à une loi physiologique : le réflexe de défense de l'œil dépend de la quantité de lumière qui tombe par unité de surface de la rétine, c'est-à-dire que chaque point se défend comme s'il était seul, indépendamment des points voisins.

Nous pouvons de là tirer une conclusion pratique relativement à la fraction de lumière éclairant une image rétinienne due à un éclairement donné, quand il y a dans le champ indirect une source visible.

	DIAMÈTRE PUPILLAIRE	FRACTION DE LUMIÈRE UTILISÉE
	—	—
Absence de source.	12 millimètres	1
Lampe à incandescence ou flamme ordinaire. .	8	0,43
Arc au mercure..	6,8	0,32
Arc sous globe.	de 6 à 7	0,25 à 0,34
Arc à feu nu.	5,7	0,225

Quand l'éclairement du papier tombe au-dessous de 1 lux, on voit, en étudiant les courbes de l'acuité visuelle en fonction de l'éclairage que l'acuité visuelle à pupille libre, étant alors aux environs de 0,8 tombera à 0,6 s'il y a une lampe à incandescence dans le champ visuel, à 0,5 s'il y a une lampe à mercure ou un arc à globe, à 0,45 s'il y a un arc à feu nu. Si on veut alors lire avec la même vitesse, c'est-à-dire sans augmentation de fatigue, dans ce dernier cas il faudra donc dédoubler la distance du livre à l'œil. Cela n'est possible que si l'accommodation le permet, et cela n'est utile que si l'accommodation reste assez loin de son maximum.

Un emmétrope jeune, doué d'une puissante accommodation, souffrira donc beaucoup moins qu'un presbyte. Celui-ci est pris, en effet, entre deux phé-

nomènes : d'une part, une fatigue excessive, d'origine cérébrale, due à la lecture à trop grandes distances, d'autre part la fatigue considérable que lui cause l'accommodation limite.

L'arc au mercure arrive dans un bon rang dans le classement hygiénique ; mais si on considère son éclat, on voit qu'il devrait être bien meilleur encore, car son éclat n'est que de 1,8 bougie par centimètre carré. Cela tient à ce que la nature de ses radiations est assez mauvaise, le bleu étant une mauvaise lumière, au point de vue de la fatigue rétinienne ; mais comme on réalise des éclats très faibles avec cette source, on rattrape par cet abaissement d'éclat ce qu'on perd par la qualité de la lumière.

Ces mesures font comprendre pourquoi les éclairages genre Jaspar, où on éclaire un plafond par des sources cachées à la vue directe, donnent, avec un éclairement beaucoup moindre, une luminosité considérable aux objets, en laissant la rétine dans un repos extrêmement agréable et utile.

Nous allons entreprendre sous peu l'étude, au point de vue qui nous occupe des dernières lumières rendues industrielles, le tube à air incandescent de M. Moore et le tube au néon de M. Claude. La simple inspection sans mesures a montré que ces lumières étaient d'une qualité exceptionnelle au point de vue de la fatigue.

Cette étude a été complétée par celle de la durée des images accidentelles produites sur l'œil par les diverses sources et le classement a été le même que par la constriction pupillaire, les résultats sont d'ailleurs extrêmement peu précis, nous n'avons pu obtenir des conclusions nettes que par les moyennes d'un grand nombre d'expériences faites par cinq observateurs exercés.

4° ÉCLAIRAGE DES ATELIERS.

Le Congrès international des maladies professionnelles m'ayant demandé un rapport sur ce sujet, j'y ai réuni les documents que l'on trouvera épars dans les divers travaux ci-dessus, en les complétant par les données des autres auteurs, et en cherchant à préciser par ces résultats scientifiques les conditions de meilleur éclairage des ateliers. Je ne peux ici donner même un résumé de ce travail, j'en donnerai seulement les conclusions :

Toutes les sources modernes sont équivalentes au point de vue de l'utilisation par l'œil.

Au point de vue de la fatigue par la vue directe, la meilleure doit être le tube de M. Moore (j'ajouterai maintenant la lumière au néon de M. Claude).

Avec les autres sources il faut prescrire, si on le peut, l'éclairage par diffusion du plafond, système Jaspar ; dans ce cas, 20 lux d'éclairement horizontal seront souvent suffisants ; si le système Jaspar est impossible, il faut

prescrire l'emploi de diffuseurs de grand diamètre donnant un éclat aux environs de 0,2 bougie par centimètre carré.

Il faut actuellement, pour les travaux délicats, exiger un éclairement de 40 lux ou même mieux 50, si l'ouvrage est de couleur claire, et l'éclairage autre que celui par diffusion du plafond.

Si l'ouvrage est de couleur foncée, il faut prescrire un éclairage général de 10 lux, et une lampe à concentrateur par ouvrier.

Il faut apprendre à celui-ci l'utilité de diffuseurs blancs convenablement placés autour de l'ouvrage, et celui d'une simple blouse blanche.

Il faut exiger un coefficient d'irrégularité (rapport de l'éclairement maximum au minimum) d'au plus 2 ; dans les passages où l'on manipule des marchandises, il faut exiger au moins 1 lux.

Tout local dans lequel l'acuité visuelle tombe à 0,1 doit, quel que soit son usage, recevoir un complément d'éclairage.

Il y aurait lieu de faire des mesures relatives au pouvoir diffusif des divers ouvrages sombres pour savoir quel éclairement leur convient, et cela pour les diverses sources industrielles quand l'ouvrage est coloré.

Il y aurait lieu de prescrire que pour les travaux qui se font par longues heures de travail consécutives, les détails sur lesquels l'ouvrier doit porter son attention sont encore vus à 1^{m},40.

Il serait utile, dans les cas où cette condition n'est pas réalisable, de prescrire l'usage de la loupe.

Dans les ateliers de famille, il faut veiller à ce que les lampes soient munies d'un abat-jour translucide assez diffusant pour qu'on ne distingue pas à travers le contour de la flamme. Il faut veiller à ce que les presbytes soient convenablement corrigés et prescrire, quand cela est possible, les verres à double foyer.

Les chiffres assez élevés que je propose pour les éclairements d'atelier me semblent justifiés par le bas prix actuel de l'énergie lumineuse ; les éclairements de 40 ou 50 lux permettent un même travail avec une fatigue moindre que ceux de 15 à 20 lux, qui sont d'ailleurs assez satisfaisants ; mais il est juste que le progrès du prix de revient moderne de l'éclairage, s'il apporte au patron et à l'ouvrier un bénéfice pécuniaire, apporte également à ce dernier un bénéfice hygiénique. Sur le profit pécuniaire, exigeons la dîme de la santé.

Indications bibliographiques.

Étude des principales sources de lumière au point de vue de l'hygiène de l'œil (en commun avec Laporte).

Société des Électriciens, juin 1908.

Hygiène de la vision.

Rapport au *Congrès des maladies professionnelles de Bruxelles*, septembre 1910.

QUATRIEME PARTIE

LISTE DES PRINCIPALES PUBLICATIONS

PAR ORDRE CHRONOLOGIQUE

1907.

Sur la vision des feux réglementaires de la marine (en commun avec M. Polack). *Comptes rendus*, t. CXLV, p. 828.

Influence de la lumière ambiante sur la vision des signaux réglementaires de la marine (en commun avec M. Polack). *Comptes rendus*, t. CXLV, p. 1220. — Lecture sur le même sujet à l'*Académie de médecine*, mai 1907.

Sur le fonctionnement de certains tubes de Crookes (en commun avec M. Turchini). *Association française pour l'avancement des sciences*, Congrès de Reims,

Conservation de la pression artérielle de l'homme après l'application des courants de haute fréquence sous forme d'autoconduction (en commun avec MM. Bergonié et Ferrié). *Comptes rendus*, septembre 1907. — Communication sur le même sujet au *Congrès de Physicothérapie de Rome*. — *Archives d'électricité médicale*, octobre 1907.

1908.

Sur la vision des petites sources lumineuses. Application à la reconnaissance des signaux réglementaires de la marine (en commun avec M. Polack). *Journal de Physiologie et de Pathologie générale*, janvier 1908.

Ampèremètre pour courant de haute fréquence. *Congrès des applications de l'Électricité*, Marseille, septembre 1908.

Sur le rôle possible des lignes de haute tension avec retour par la terre dans la production des orages. *Congrès des applications de l'Électricité*, Marseille, septembre 1908. — Même sujet. *Société astronomique*, novembre 1908.

Étude des principales sources de lumière au point de vue de l'hygiène de l'œil. *Société internationale des Électriciens*, juillet 1908.

Sur la topographie de la sensibilité rétinienne pour les hautes lumières et le phénomène de Traxler (en commun avec M. Polack). *Journal de Physiologie et de Pathologie générale*, novembre 1908.

1909.

Ampèremètre de haute fréquence. *Société internationale des Electriciens*, juillet 1909.

Excitation du nerf par les courants de haute fréquence (en commun avec le Pr Bergonié). *Association française pour l'avancement des sciences : Congrès de Lille*, août 1909 et *Archives d'électricité médicale*, août 1909.

Quelques considérations sur la radiothérapie intensive dans les maladies cutanées. *Journal de médecine interne*, octobre 1909 ; *Archives d'électricité médicale*, décembre 1909.

1910.

Action des courants de haute fréquence et de grande intensité employés sous forme d'autoconduction sur les pressions artérielles de l'homme (en commun avec le Pr Bergonié et le commandant Ferrié). *Archives d'électricité médicale*, janvier 1910.

Traitement du mal perforant plantaire par les étincelles de haute fréquence (en commun avec le Pr Gaucher et le Dr Laffont). *Société de Dermatologie*, mars 1910.

Mesure de la période d'oscillation du tube de Crookes (en commun avec M. Delon). *Congrès international de Physicothérapie*, Paris, avril 1910.

Hygiène de l'œil. *Rapport au Congrès international des maladies professionnelles*, Bruxelles, septembre 1910.

TABLE DES MATIÈRES

CHARTRES. — IMPRIMERIE DURAND, RUE FULBERT.